

ISBN : 978-602-8915-20-1

ETIOLOGI PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH

Oleh :

Dr. Ir. Sri Wiyatiningsih, M.P.

UPN Press

Dr. Ir. Sri Wiyatiningsih, M.P

ETIOLOGI PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH

UPN
PRESS

Etiologi Penyakit Moler Pada Bawang Merah

Hak Cipta © pada Penulis, hak penerbitan ada pada Penerbit UPN University Press

Penulis : Dr.Ir. Sri Wiyatiningsih, M.P.
Diset dengan : MS – Word Font Time New Roman 11 pt
Halaman Isi : 60
Ukuran Buku : 16.5 x 23 cm
Cetakan I : 2009
Perancang Sampul : Santoso, SE

Penerbit : UPN University Press
Jl. Raya Rungkut Madya – Gunung Anyar
Surabaya, 60294.
Telp. (031) 8706369

.ISBN : 978-602-8915-20-1

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku ini. Buku ini disusun sebagai hasil rangkuman pemikiran dari hasil-hasil penelitian tentang etiologi penyakit moler yaitu upaya menjawab pertanyaan mengenai penyebab penyakit moler pada bawang merah yang akhir-akhir ini sering menyebabkan kerusakan dan kehilangan hasil di lahan pertanaman bawang merah di daerah-daerah sentra produksi.

Buku ini disusun guna memberikan pemahaman tentang penyebab penyakit moler. Buku ini di mulai dari penjelasan mengenai diskripsi penyakit moler di lapangan, kemudian penerapan langkah-langkah Postulat Koch untuk mengetahui penyebab penyakit moler, dan deskripsi karakter jamur penyebab penyakit moler yang ditemukan, serta kemungkinan adanya interaksi antara jamur dengan nematoda.

Buku ini dapat diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada semua pihak atas segala saran dan masukan yang diberikan demi kesempurnaan buku ini. Akhirnya penulis berharap semoga informasi di dalam buku ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Oktober 2009

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PRAKATA.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PERMASALAHAN MENGENAI PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH	1
II. PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH DAN PATOGEN TERBAWA TANAH.....	3
A. Penyakit Moler pada Bawang Merah	3
B. Patogen Terbawa Tanah	3
C. Interaksi Jamur Patogen Terbawa Tanah dengan Nematoda Parasit Tanaman.....	7
III. POSTULAT KOCH DAN PENERAPANNYA DALAM ETIOLOGI PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH	9
A. Postulat Koch	9
B. Etiologi Penyakit Moler pada Bawang Merah	10
1. Survei lahan dan pengambilan sampel.....	10
2. Isolasi serta pembuatan biakan murni jamur dan ekstraksi-isolasi Nematode	11
3. Identifikasi jamur dan identifikasi nematode.....	13
4. Perbanyakan jamur dan nematode	16
5. Inokulasi	18
6. Reisolasi jamur.....	23
7. Reidentifikasi jamur.....	23
IV. PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH	24
A. Penyakit Moler pada Bawang Merah di Lahan.....	24
B. Jamur pada Jaringan Tanaman Bergejala Penyakit Moler	26
C. Deskripsi Karakter Jamur Secara Morfologis	28
1. Morfologi kedua isolat jamur pada medium nasi miring	28

2. Morfologi kedua isolat jamur pada medium batang <i>Tephrosia candida</i>	29
3. Morfologi jamur	31
4. Asosiasi antara <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i> dan <i>Phytophthora</i> sp.	36
D. Deskripsi Karakter Nematoda pada Jaringan Tanaman Bergejala Moler dan Tanah di Sekitarnya Secara Morfologis	37
1. Morfologi takson genus	37
2. Morfologi takson species	38
E. Populasi <i>Dorylaimus simplex</i>	41
F. Perbanyakan Jamur dan Nematoda	43
G. Inokulasi	44
1. Masa inkubasi	44
2. Deskripsi gejala	47
3. Intensitas penyakit moler	49
H. Reisolasi dan Reidentifikasi Jamur	51
I. Tinjauan Peran Nematoda	52
J. Verifikasi Penyebab Penyakit Moler	52
V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Tabel 1. Populasi nematoda <i>Dorylaimus simplex</i> dalam 5 g jaringan Tanaman bawang merah sehat dan bergejala moler, serta dalam 100 g tanah di sekitar perakaran	36
2. Tabel 2. Masa inkubasi (hari) penyakit moler pada bawang Merah varietas Philippines dan varietas Bauci yang diinokulasi dengan jamur <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i>	38
3. Tabel 3. Rerata intensitas penyakit (%) moler pada bawang merah varietas Phillippines dan varietas Bauci yang diinokulasi jamur <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i> dengan waktu inokulasi yang berbeda	42

DAFTAR GAMBAR

No.	Hal
1. Gambar 1. Tanaman tebu muda yang ditanam pada cawan plastik dengan medium tanah steril untuk perbanyakan nematoda	15
2. Gambar 2. Gejala penyakit moler pada tanaman bawang merah varietas Philippines umur 35 hari	21
3. Gambar 3. Umbi bawang merah varietas Philippines umur 35 hari	22
4. Gambar 4. Morfologi koloni dua isolat hasil isolasi jaringan tanaman bawang merah bergejala penyakit moler pada medium PDA umur 30 hari	24
5. Gambar 5. Isolat pertama (F) dan isolat kedua (P) pada medium nasi yang diinkubasikan selama 6 hari pada suhu kamar (29°C) ...	25
6. Gambar 6. Isolat pertama (F) dan isolat kedua (P) pada medium batang tanaman <i>T. candida</i> yang diinkubasikan selama 6 hari pada suhu kamar (29°C)	26
7. Gambar 7. Morfologi jamur <i>Fusarium</i> perbesaran 400 x	28
8. Gambar 8. Morfologi makrokonidium dan mikrokonidium <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i> perbesaran 1000 x	29
9. Gambar 9. Beberapa sporangium jamur <i>Phytophthora</i> sp. perbesaran 400 x	30
10. Gambar 10. Oospora (a) dan klamidospora (b) jamur <i>Phytophthora</i> sp. perbesaran 400 x	31
11. Gambar 11. Habitus holotipe betina dewasa <i>Dorylaimus simplex</i> perbesaran 40 x	34
12. Gambar 12. Bagian anterior dan tengah holotipe betina dewasa <i>Dorylaimus simplex</i> perbesaran 100 x	35

13. Gambar 13. Bagian anterior holotipe betina dewasa <i>Dorylaimus simplex</i> perbesaran 400 x	35
14. Gambar 14. Gejala penyakit moler pada bawang merah varietas Philippines (atas) dan varietas Bauci (bawah) umur 30 hari setelah inokulasi	36

I. PERMASALAHAN MENGENAI PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH

Bawang merah termasuk salah satu anggota *Allium* yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Sejak zaman dahulu hingga kini umbi bawang merah selain dikenal dan digunakan orang untuk bumbu penyedap masakan juga sebagai obat karena mengandung minyak atsiri yang sedap baunya (Kartasapeotra, 1992).

Menurut Martono (1997) target pengembangan wilayah penanaman bawang merah di Indonesia tahun 1999 ; 2000 ; dan 2001 berturut-turut adalah 85.305; 85.530; dan 85.755 ha dengan produksi 741.125; 764.471 ; dan 811.307 ton atau 8,688; 8,938; dan 9,461 ton/ha. Target tersebut ingin dicapai untuk memenuhi konsumsi sayuran total sebesar 6,5 kg/kapita/tahun. Kendala utama dalam mencapai target produksi bawang merah adalah adanya penyakit tanaman (Hadisoeganda *et al.*, 1995). Akhir-akhir ini, di pusat-pusat pertanaman bawang merah terdapat penyakit bawang merah yang oleh petani disebut ”moler”.

Penyakit moler selalu ada setiap tahun di lahan pertanaman bawang merah dan telah menimbulkan kerusakan pertanaman serta kehilangan hasil imbi hingga 50%. Namun belum ada penelitian mengenai penyebab penyakit, tingkat kerusakan, serta kerugian ekonomis yang ditimbulkan. Berdasarkan gejala yang ditimbulkannya ada yang menduga penyakit ini disebabkan oleh jamur *Fusarium*, ada pula yang menduga disebabkan oleh nematoda.

Menurut Duriat *et al.* (1994), penyakit moler adalah layu *Fusarium* yang disebabkan *Fusarium oxysporum* dengan gejala yaitu tanaman layu dengan cepat, akar tanaman membusuk, tanaman seperti akan roboh, pada dasar umbi lapis terlihat koloni jamur keputih-putihan, warna daun kekuning-kuningan dan bentuknya agak melengkung. Menurut Hadisoeganda *et al.* (1995) layu *Fusarium* yang disebabkan *F. oxysporum* menyebabkan daun menguning dan cenderung terpelintir, akar membusuk, pada dasar umbi lapis terdapat pembusukan yang meluas ke atas serta ke samping. Namun demikian, gejala penyakit moler dari hasil pengamatan terhadap sampel tanaman sakit umur 35 hari yang diambil dari Kecamatan Sukomoro, Kabupaten Nganjuk, pada tanaman bagian atas daun

menguning, tumbuh lebih panjang dan cenderung terpelintir atau meliuk, tetap segar tidak layu ; tidak tampak adanya pembusukan pada akar, dasar umbi, maupun umbi ; dan tidak terlihat adanya koloni jamur berwarna keputihan.

Untuk mendapatkan informasi yang lebih tepat mengenai penyebab penyakit dan perkembangan penyakit moler pada bawang merah serta kerusakan yang ditimbulkannya telah dilakukan penelitian mengenai etiologi penyakit tersebut dengan berdasar pada langkah-langkah Postulat Koch. Etiologi merupakan ilmu tentang penyebab penyakit (*causation or origination*).

Agrios (1997) menyatakan apabila suatu patogen diketahui menyebabkan suatu penyakit tetapi tidak ada laporan sebelumnya yang mendukung, maka harus dilakukan uji Postulat Koch untuk membuktikan bahwa patogen yang diisolasi adalah penyebab penyakit.

Jamur patogen tanah mengadakan infeksi pada akar terutama melalui luka, misalnya luka karena pemindahan bibit, pembumbunan, serangga, atau nematoda (Semangun, 1996). Interaksi antara nematoda dan jamur patogen telah dilaporkan dapat meningkatkan keparahan penyakit tanaman (Pitcher, 1982). Untuk itu perlu pula dilakukan pengamatan dan pengujian interaksi antara nematoda dengan jamur penyebab penyakit moler.

II. PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH DAN PATOGEN TERBAWA TANAH

A. Penyakit Moler Pada Bawang Merah

Duriat *et al.* (1994) menyatakan penyakit moler merupakan layu Fusarium dengan gejala tanaman layu dengan cepat, akar tanaman membusuk, tanaman seperti akan roboh, pada dasar umbi lapis terlihat koloni jamur keputih-putihan, serta warna daun kekuning-kuningan dan bentuknya agak melengkung. Menurut Hadisoeganda *et al.* (1995) layu Fusarium disebabkan *F. oxysporum* dengan gejala daun menguning dan cenderung terpelintir, akar membusuk, serta pada dasar umbi lapis terdapat pembusukan yang berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping.

Kuruppu (1999) melaporkan pertama kali, adanya suatu penyakit pada bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) yang menyebabkan kehilangan hasil hingga 20-30% di beberapa lahan pertanaman di Kalpitiya Peninsula Sri Lanka. Gejala penyakit meliputi klorosis diikuti daun mengeriting dan meliuk, dan pemanjangan yang tidak normal dari bagian batang semu yang mulai tampak setelah munculnya daun pertama dari umbi lapis, selanjutnya tanaman mati.

B. Patogen Terbawa Tanah

1. *Fusarium oxysporum*

Spesies *Fusarium* terpencair luas dalam tanah dan pada bahan organik, serta banyak terdapat di tanah-tanah pertanian di daerah tropika dan sub tropika. Sebagai jamur tanah, jamur ini dilengkapi dengan alat pertahanan hidup sehingga dapat bertahan lama dalam tanah (Booth, 1971).

F. oxysporum pada medium agar menunjukkan pertumbuhan yang cepat yaitu diameter koloninya lebih dari 2-5 cm setelah 4 hari, dengan warna biakan merah muda, kekuningan, atau ungu pucat. Spesies ini hifanya bersekat, menghasilkan 2 macam konidium yaitu mikrokonidium dan makrokonidium. Mikrokonidium berbentuk bulat panjang terdiri atas satu atau dua sel, tidak dalam rantai, dibentuk dari phialid sederhana atau daerah konidiofor lateral yang pendek, dalam jumlah relatif banyak. Makrokonidium

berbentuk bulan sabit, berdinding tipis terdiri atas beberapa sel, dan mempunyai sel kaki, dibentuk pada miselium udara atau sporodokium. Klamidospora banyak dibentuk secara interkalar atau terminal pada cabang lateral pendek dari miselium, tunggal atau berpasang-pasangan, dan dinding klamidospora halus atau kasar. Umumnya membentuk sklerotium, kadang-kadang tidak (Booth, 1971 ; Joffe, 1986).

Menurut Joffe (1986) *F. oxysporum* dapat menyerang berbagai tanaman termasuk bawang-bawangan. Havey (1995) menyatakan *F. oxysporum* dapat menyebabkan busuk dasar umbi pada bawang putih dan bawang bombay dengan gejala daun melengkung, menguning, nekrosis dimulai dari ujung daun dan berlanjut hingga bawah; batang dan umbi mengalami diskolorasi berwarna ungu kemerahan ; tanaman layu ; jaringan yang terserang tampak coklat dan basah.

2. *Phytophthora*

Berbagai spesies *Phytophthora* terpencah secara luas di tanah dan air, yang menyediakan sumber propagul. Sebagian besar siklus hidupnya terjadi dalam jaringan tanaman (Weste, 1983). Spesies *Phytophthora* mempunyai hifa tidak bersekat (senositik), reproduksi aseksual dengan membentuk sporangium yang menghasilkan zoospora, sedangkan reproduksi seksual dengan struktur oogonium dan anteridium yang menghasilkan oospora (Alexopoulos *et al.*, 1996).

Menurut Zentmyer (1983) spesies *Phytophthora* mempunyai ciri-ciri yang membedakannya dari jamur patogenik lainnya yaitu :

- a. Zoospora motil mampu dengan cepat mensintesis dinding sel kiste.

Diferensiasi yang lengkap dari zoospora terjadi di dalam sporangium sebelum keluar melalui vesikel atau terbebas melalui bagian ujung sporangium. Zoospora mempunyai dua flagela yaitu tipe cambuk dan cambuk berumbai. Zoospora merupakan unit infeksi penyebab potensial terjadinya penyakit.

- b. Beberapa sporangia secara terus menerus dibentuk pada ujung setiap cabang sporangiofor seperti pohon, dengan berbagai macam bentuk pada spesies yang berbeda.
- c. Setiap spesies bersifat heterotatik atau homotatik. Oospora tunggal dibentuk di dalam oogonium. Anteridia biasanya tunggal mungkin paragenus atau amfigenus.

Perbedaan utama *Pythium* dan *Phytophthora* adalah cara perkecambahan sporangium. Umumnya tidak ada vesikel dibentuk pada *Phytophthora*, atau apabila dibentuk diferensiasi zoospora terjadi di dalam sporangium dan masuk ke dalam vesikel sebagai zoospora yang masak. Zoospora dibebaskan melalui pecahnya dinding vesikel. Perbedaan ini tidak pasti terjadi pada semua spesies sehingga sulit untuk mengklasifikasi kelompok jamur ini berdasarkan karakter morfologi (Alexopoulos *et al.*, 1996).

Banyak spesies *Phytophthora* diketahui menyebabkan penyakit dengan kisaran inang yang luas dan selalu bertambah, meliputi tanaman pangan, polong-polongan, hias, dan tanaman industri di daerah tropik (Zentmyer, 1983).

Phytophthora allii Sawada dapat menyerang daun dan bunga *Allium fistulosum* (bawang daun) (Waterhouse, 1956). *P. porri* dapat menyebabkan mati ujung pada bawang merah, ujung daun busuk kebasahan yang berkembang ke bawah. Jika cuaca lembab jamur membentuk massa jamur seperti beledu pada bercak. Bagian yang sakit mati, menjadi berwarna coklat kemudian putih (Suhardi, 1988 *cit.* Semangun, 1989).

3. Nematoda Parasit Tanaman

Nematoda berbentuk silindris memanjang seperti tabung, bersifat seksual dimorfisme, bilateral simetris, tubuhnya bersegmen dan kulit tubuhnya tidak berwarna, serta termasuk binatang yang mempunyai pseudocoelomate dan tripoblastik. Nematoda mempunyai sistem organ yang lengkap kecuali sistem peredaran darah dan respirasi. Nematoda hidup di air,

di dalam tanah, dan di dalam jaringan berbagai jasad hidup yang berair (Southey, 1978 ; Dropkin, 1989).

Nematoda termasuk dalam filum Nematoda, di dalam tanah terdapat 10 kelompok utama bangsa Nematoda. Dua bangsa diantaranya yang merupakan nematoda parasitik pada tanaman yaitu Tylenchida dan Dorylaimida (Dropkin, 1989). Bangsa Tylenchida mempunyai stilet dengan knop yang jelas dan saluran kelenjar esofagus dorsal berhubungan dengan lumen esofagus di dekat dasar stilet. Esofagus terdiri atas 3 bagian yaitu korpus, isthmus, dan basal bulbus, dan kutikulanya mempunyai anulasi yang jelas. Bangsa Dorylaimida mempunyai stilet panjang, tanpa knop. Esofagusnya terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian anterior yang ramping dan bagian posterior yang lebih lebar, atau berbentuk silindris seluruhnya, dan anulasi kutikula tidak tampak jelas (Dropkin, 1989 ; Singh dan Sitaramaiah, 1993).

Nematoda parasit tanaman dibedakan menjadi : 1) ektoparasit yaitu nematoda yang tinggal di luar tanaman dan melakukan penetrasi hanya dengan bagian kecil tubuh anterior, serta 2) endoparasit yaitu nematoda yang seluruh atau sebagian besar tubuhnya masuk ke dalam jaringan tanaman. Nematoda endoparasit ada yang menetap dan ada yang berpindah (Southey, 1978 ; Dropkin, 1989). Nematoda parasit utama pada bawang merah adalah *Ditylenchus dipsaci*. Nematoda ini banyak ditemukan pada musim dingin dan di dataran tinggi yang lebih dingin di daerah tropik dan subtropik (Saxena *et al.*, 1987 *cit.* Luc *et al.*, 1990).

D. dipsaci adalah nematoda endoparasit yang masuk ke dalam jaringan daun bawang merah menyebabkan deformasi dan pembengkakan seperti cacar pada permukaan daun, pertumbuhan daun menjadi tidak teratur, dan merunduk apabila layu, selanjutnya daun mengalami klorosis ; umbi yang terinfeksi akan membengkak dan membusuk selama disimpan (Bridge dan Hunt, 1986 *cit.* Luc *et al.*, 1990).

C. Interaksi Jamur Patogen Terbawa Tanah dengan Nematoda Parasit Tanaman

Nematoda parasit tanaman, sebagian besar menyerang bagian tanaman di dalam tanah sehingga dengan patogen terbawa tanah dapat menimbulkan kompleks penyakit. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar penyakit akar yang penting disebabkan oleh nematoda dalam kombinasi dengan organisme tanah lainnya (Webster, 1985 ; Dropkin, 1989).

Interaksi antara patogen terbawa tanah dengan nematoda parasit tanaman perlu mendapat banyak perhatian. Meskipun masing-masing organisme mampu merusak ketika beraksi sendiri-sendiri, potensi patologis dari kombinasi keduanya lebih besar dibanding efek masing-masing. Interaksi kedua patogen tersebut menyebabkan kehilangan hasil pertanian secara ekonomis. Kompleks penyakit menimbulkan problem pengendalian penyakit tersebut, karena perhatian harus difokuskan pada dua jenis patogen yang berbeda jauh perilakunya. Oleh karena itu program pengendalian yang sesuai perlu melibatkan penggunaan praktek-praktek kombinasi pengendalian masing-masing organisme yang saling melengkapi (Powel, 1963 ; Reidel, 1988).

Beberapa kompleks penyakit jamur dengan nematoda telah diketahui. Keparahatan layu *Fusarium* pada beberapa tanaman meningkat apabila tanaman juga terinfeksi nematoda. Pengaruh yang sama juga terjadi pada kompleks penyakit yang melibatkan nematoda dan layu *Verticillium*, rebah kecambah *Pythium*, busuk akar *Rhizoctonia* dan *Phytophthora*, serta beberapa patogen lain. Pada kasus-kasus tersebut jamur tidak disebarkan oleh nematoda. Namun luka mekanis pada tanaman yang disebabkan oleh nematoda merupakan faktor penting yang menyediakan jalan masuk bagi jamur (Agrios, 1997).

III. POSTULAT KOCH DAN PENERAPANNYA DALAM ETIOLOGI PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH

A. Postulat Koch

Penyakit moler pada bawang merah merupakan salah satu penyakit tanaman yang penyebabnya belum diketahui dengan pasti. Menurut Agrios (1997), sampai sekarang telah banyak ditemukan patogen seperti jamur, nematoda, atau viroid, namun masih banyak penyakit tanaman yang parah belum diketahui dengan pasti penyebabnya meskipun telah diteliti bertahun-tahun. Oleh karena itu penelitian yang bersifat etiologis masih harus banyak dilakukan.

Apabila suatu patogen ditemukan pada suatu penyakit tanaman, patogen diidentifikasi melalui referensi khusus. Jika patogen diketahui menyebabkan suatu penyakit, dan diagnosis menunjukkan bahwa tidak ada agens penyebab lain yang terlibat, maka diagnosis penyakitnya dapat dianggap lengkap. Apabila suatu patogen ditemukan sebagai penyebab penyakit tetapi tidak ada laporan sebelumnya yang mendukung, maka langkah-langkah berikut dilakukan untuk membuktikan bahwa patogen yang diisolasi adalah penyebab penyakit :

1. Patogen harus ditemukan berasosiasi dengan penyakit pada tanaman yang diuji.
2. Patogen diisolasi dan ditumbuhkan pada biakan murni pada medium yang mengandung nutrisi, dan karakternya dideskripsi (untuk bukan parasit obligat), atau patogen harus ditumbuhkan pada suatu tanaman inang rentan (untuk parasit obligat), dan kenampakan serta pengaruhnya dicatat.
3. Patogen dari biakan murni diinokulasikan pada tanaman sehat dari spesies atau varietas yang sama ditemukannya penyakit tersebut, dan patogen harus menghasilkan penyakit yang sama pada tanaman yang diinokulasi.
4. Patogen harus dapat diisolasi kembali, dan karakternya harus sama seperti karakter yang teramati pada langkah 2.

Langkah –langkah tersebut dikenal sebagai Postulat Koch. Apabila langkah-langkah tersebut telah dilakukan dan terbukti benar, kemudian patogen yang diisolasi tersebut diidentifikasi sebagai organisme penyebab penyakit yang diteliti. Langkah-langkah Postulat Koch mungkin untuk dilakukan meskipun tidak

selalu mudah (Tuite, 1969; Agrios, 1997)

B. Etiologi Penyakit Moler Pada Bawang Merah

Etiologi penyakit moler merupakan upaya untuk mengetahui penyebab penyakit moler pada bawang merah. Upaya ini didasarkan pada langkah-langkah dalam Postulat Koch. Namun demikian sebelum pelaksanaan Postulat Koch dilakukan pengamatan pendahuluan tentang penyakit moler di lapangan di daerah sentra produksi. Pengamatan pendahuluan berupa survei lahan, pengambilan sampel bahan tanaman sakit, dan wawancara dengan petani yang dilakukan di Kecamatan Sukomoro, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur. Pelaksanaan selanjutnya dilakukan di Laboratorium Nematologi dan Fitopatologi, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada pada bulan Desember 2000 sampai dengan September 2001.

1. Survei lahan dan pengambilan sampel

Survei terhadap lahan pertanaman bawang merah di Kecamatan Sukomoro, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur dilakukan bulan Desember 2000. Survei meliputi pengamatan jenis tanah, tekstur tanah, struktur tanah, pH tanah, varietas tanaman, umur tanaman, gejala penyakit, dan agihan penyakit di lahan. Untuk melengkapi data dilakukan wawancara dengan Petani dan Kepala Bagian Penelitian Hama dan Penyakit, Dinas Pertanian Kabupaten Nganjuk.

Pengambilan sampel tanaman yang menunjukkan gejala penyakit moler dilakukan dengan cara mencabut tanaman, membersihkan tanaman, kemudian memasukkannya ke dalam kantong plastik yang diberi kapas basah. Tanah di sekitar perakaran tanaman juga diambil sebanyak lebih kurang 300 gram persampel untuk ekstraksi-isolasi nematoda.

2. Isolasi serta pembuatan biakan murni jamur dan ekstraksi-isolasi nematoda

1) Isolasi serta pembuatan biakan murni jamur dari jaringan tanaman sakit

Seluruh bagian tanaman sakit dibersihkan dan didesinfeksi dengan alkohol 70%, kemudian dipotong-potong sepanjang 0,5 cm secara aseptis

dan diletakkan pada kertas saring steril dalam cawan petri steril. Medium PDA cair dituang ke dalam cawan petri lain, setelah dingin dan mengeras, potongan-potongan jaringan tanaman sakit ditaruh di atasnya secara aseptis, cawan petri ditutup dan diinkubasikan pada suhu kamar (29⁰C) selama tiga hari. Setelah tiga hari, diamati koloni jamur yang tumbuh dipindah pada medium PDA dalam cawan petri steril secara aseptis, dan dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh biakan murni jamur. Kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis.

2) Ekstraksi-isolasi nematoda

a) Ekstraksi-isolasi nematoda dari sampel tanah

Ekstraksi-isolasi dari sampel tanah dilakukan dengan metode Tray (Whitehead dan Hemming, 1965 *cit.* Southey, 1970), sampel tanah yang akan diekstraksi dicampur sampai rata, kemudian mengambil tanah tersebut sebanyak 100 gram diletakkan secara merata di atas keranjang plastik berukuran 33 x 23 cm yang telah dilapisi kain strimin (bagian bawah) dan kertas tisu (bagian atas). Kemudian keranjang tersebut ditempatkan diatas bak plastik berukuran 36 x 31 cm yang diberi air secukupnya untuk membasahi tanah (tidak sampai menggenangi tanah) selama 24 – 28 jam. Setelah 24 – 28 jam, suspensi nematoda (air dalam bak plastik) ditampung dalam gelas piala kemudian dimasukkan botol ukuran 150 ml dan disimpan dalam almari pendingin pada suhu 10⁰C.

b) Ekstraksi-isolasi nematoda dari jaringan tanaman

Ekstraksi-isolasi nematoda dilakukan dengan metode corong semprot (*Funnel and Spray*), jaringan tanaman yang akan diekstraksi dibersihkan dengan air kemudian dipotong-potong sepanjang 0,5 cm. Potongan jaringan tanaman sebanyak 5 g, lalu ditaruh dan diratakan di atas *Cotton wool filter* (kain saring) yang telah dijepit pada saringan berdiameter 1 mm, saringan tersebut diletakkan pada corong yang mempunyai sambungan pipa plastik kemudian diletakkan di atas rak yang dilengkapi aliran air dengan bagian ujung diberi nosel untuk memancarkan air. Corong diisi air sampai menyentuh potongan jaringan

tanaman. Rak ditutup dengan sungkup plastik, kemudian kran dibuka untuk menyemprotkan air melalui nosel dan membiarkannya selama 24 – 28 jam. Setelah 24 – 28 jam kran ditutup, sungkup plastik dibuka, nematoda di dalam corong ditampung dalam gelas piala, kemudian dimasukkan ke dalam botol ukuran 150 ml dan disimpan dalam almari pendingin pada suhu 10°C.

c) Menghitung populasi nematoda

Untuk menghitung populasi nematoda, suspensi nematoda yang telah didapat dijadikan 100 ml dengan ditambah air kemudian diaduk sampai rata dengan menggunakan pipet atau syringe. Kemudian diambil 5 ml suspensi nematoda dan dituang dalam plastik hitung. Populasi nematoda dihitung di bawah mikroskop binokuler. Pengamatan dan penghitungan diulang tiga kali, kemudian dihitung rata-rata populasi nematoda tersebut.

3. Identifikasi jamur dan identifikasi nematoda

1) Identifikasi jamur

Identifikasi terhadap jamur hasil isolasi dilakukan secara morfologis dengan mengamati morfologi koloni dan morfologi mikroskopis jamur yang telah ditumbuhkan pada medium PDA. Untuk memperoleh sifat-sifat morfologis jamur yang lebih sempurna, jamur juga ditumbuhkan pada medium nasi miring dan medium batang tanaman *Tephrosia candida*.

2) Identifikasi nematoda

Identifikasi nematoda dilakukan berdasarkan sifat-sifat morfologis meliputi bentuk bagian-bagian tubuh eksternal dan internal (anatomi) pengukuran-pengukuran, hubungan morfometrik dan jumlah bagian-bagian tubuh tertentu. Untuk memperoleh sifat-sifat morfologi tersebut nematoda hasil ekstraksi-isolasi dibuat preparat permanen, kemudian diamati dan digambar. Nematoda yang diidentifikasi adalah nematoda yang diduga merupakan parasit tanaman dan populasinya paling banyak.

a) Pembuatan preparat permanen nematoda

Sebelum dibuat preparat permanen, nematoda difiksasi dengan larutan FAA. Nematoda dibiarkan mengalami fiksasi selama 3 – 4 hari. Kemudian nematoda yang telah terfiksasi dipindah ke gliserin murni dengan metode Seinhorst.

Nematoda dikait dan dimasukkan ke dalam gelas sirakus yang telah diisi dengan 1 ml larutan fiksatif, kemudian sebagian permukaan gelas sirakus ditutup dengan lempeng kaca. Selanjutnya gelas sirakus dimasukkan ke dalam eksikator yang berisi alkohol 95%. Kemudian eksikator tersebut dimasukkan ke dalam oven dan gelas sirakus diambil. Nematoda di dalam sirakus dituangi larutan Seinhorst I, kemudian menutup kembali sebagian permukaan sirakus dengan lempeng kaca, dan sirakus dimasukkan ke dalam oven pada suhu 40⁰C selama 3 jam. Setelah 3 jam gelas sirakus diambil dan dituangi dengan larutan Seinhorst II. Sebagian permukaan sirakus ditutup dan sirakus dimasukkan kembali ke dalam oven pada suhu 40⁰C. Tiga jam kemudian gelas sirakus dikeluarkan dari oven kemudian dimasukkan eksikator yang berisi CaCO₃. Selanjutnya nematoda siap dibuat preparat permanen (Southey, 1970).

Lingkar parafin berdiameter ± 1 cm dibuat pada gelas benda yang bersih. Kemudian di tengah-tengah lingkaran diberi satu tetes gliserin. Setelah itu 3 ekor nematoda diletakkan pada gliserin. Tiga potongan gelas wool diletakkan juga di dalam gliserin di luar nematoda, dan diatur radier tiga arah. Gelas benda yang telah ada nematodanya ditutup dengan gelas penutup, kemudian dipanaskan di atas lempeng pemanas untuk melelehkan dan meratakan parafin pada seluruh permukaan gelas penutup. Gelas penutup direkatkan pada gelas benda dengan lak kuku.

b) Pengamatan, pengukuran, dan menggambar nematoda

Pengamatan nematoda dilakukan menggunakan mikroskop perbesaran lemah dan perbesaran kuat dengan menggunakan minyak imersi untuk dapat mempelajari semua sifat-sifat morfologis yang tampak.

Untuk menggambar nematoda digunakan kamera lusida pada mikroskop. Pengukuran tubuh dan bagian tubuh nematoda menggunakan perbesaran mikroskop yang sesuai dan dibantu dengan mikrometer.

Pengamatan dan pengukuran nematoda dikerjakan untuk 10 spesimen yang diperkirakan merupakan satu spesies. Setelah pengukuran, dilakukan penghitungan dimensi tubuh nematoda yaitu berdasarkan a,b,c,c', dan V (formula J.G. de Man, 1880 *cit.* Mulyadi, 1994) sebagai berikut :

n = Jumlah spesimen

L = Panjang tubuh total dalam mm atau μm

a = $\frac{\text{Panjang tubuh}}{\text{Panjang maksimum tubuh}}$

b = $\frac{\text{Panjang tubuh}}{\text{Panjang esofagus}}$

c = $\frac{\text{Panjang tubuh}}{\text{Panjang ekor}}$

c' = $\frac{\text{Panjang ekor}}{\text{Lebar badan pada anus}}$

V = $\frac{\text{Jarak dari kepala sampai vulva}}{\text{Panjang tubuh}} \times 100\%$

Hasil pengamatan dan pengukuran dicocokkan dengan kunci determinasi untuk mengetahui taksonominya.

4. Perbanyakan jamur dan nematoda

1) Perbanyakan jamur

Isolat jamur diperbanyak pada medium V-8 juice agar untuk digunakan sebagai inokulum.

a) Pembuatan medium V-8 juice agar

V-8 juice sebanyak 300 ml ditambah CaCO_3 4,5 gram diaduk kemudian disentrifugasi pada 5000 RPM. Endapan yang dibentuk dibuang, cairan bening bagian atas diambil sebanyak 200 ml, kemudian ditambah akuades sehingga menjadi 1000 ml. Untuk memadatkan ditambah 15 g agar bubuk. Medium dididihkan dan dituang ke dalam erlenmeyer dan tabung reaksi steril serta disterilkan dengan autoclave pada tekanan 1 atm suhu 21°C selama 20 menit (Tuite, 1969).

b) Penumbuhan jamur pada medium V-8 juice agar

Jamur hasil isolasi ditumbuhkan pada medium V-8 juice agar dalam cawan petri steril, dengan cara mengambil sedikit biakan jamur ditaruh pada cawan petri yang telah berisi V-8 juice agar secara aseptis. Jamur diinkubasikan selama 7 hari pada suhu kamar (29°C). Setelah 7 hari diamati pertumbuhannya dan dihitung kerapatan sporanya.

c) Penghitungan kerapatan spora

Jamur hasil perbanyakan pada medium V-8 juice agar dalam cawan petri diambil kemudian ditaruh dalam gelas piala kemudian dituangi 100 ml air steril. Suspensi diaduk hingga spora jamur lepas dari tangkainya, kemudian diambil 1 ml suspensi dan ditaruh pada hemacytometer tipe Neubauer untuk dihitung kerapatan sporanya dibawah mikroskop.

2) Perbanyakan nematoda

Perbanyakan nematoda dilakukan pada medium tanah dengan tanaman bawang merah dan tunas tebu.

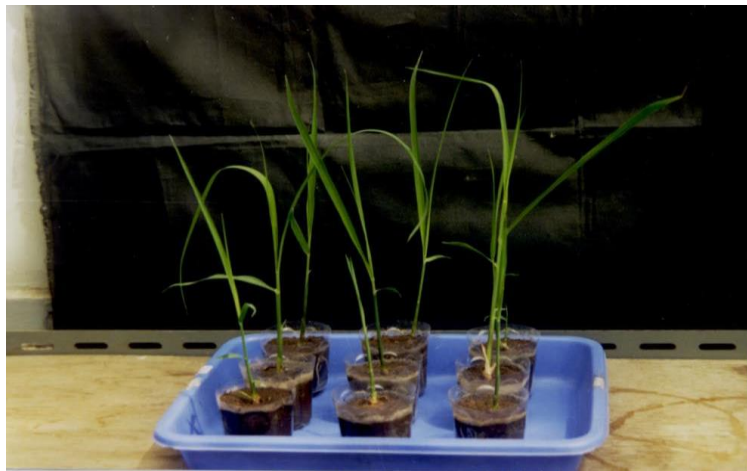
a) Perbanyakan pada tanaman bawang merah

Tanaman bawang merah varietas Phillippines di tanam pada polibag berukuran 3 kg dan telah diisi campuran tanah dan pupuk kandang steril. Bersamaan dengan penanaman, dituang suspensi nematoda yang berisi 20 ekor nematoda betina. Tiga puluh hari setelah tanam dilakukan

ekstraksi-isolasi nematoda dari jaringan tanaman bawang merah dan tanah dalam polibag untuk mengetahui perkembangan nematoda.

b) Perbanyakkan pada tunas tebu

Potongan batang tebu sepanjang 3 cm yang bertunas, dibelah bagian tengahnya, belahan yang tidak ada tunasnya dibuang. Belahan yang ada tunasnya direndam dalam larutan *roton* selama 5 menit, kemudian ditaruh dengan bagian yang ada tunasnya menghadap ke atas pada campuran tanah dan pupuk kandang steril dalam cawan plastik volume 100 ml (Gambar 1). Tunas tebu dipelihara hingga akar dan tunasnya tumbuh. Setelah akarnya banyak, tunas tebu pada cawan plastik diinokulasi 20 ekor nematoda betina. Tiga puluh hari setelah inokulasi dilakukan ekstraksi-isolasi nematoda dari jaringan tanaman tebu dan tanah dalam cawan plastik untuk mengetahui perkembangan nematoda.



Gambar 1. Tanaman tebu muda yang ditanam pada cawan plastik dengan medium tanah steril untuk perbanyakkan nematode

5. Inokulasi

Inokulasi inokulum jamur *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* hasil isolasi jaringan tanaman bawang merah bergejala moler dilakukan pada tanaman bawang merah sehat yang ditanam pada polibag. Inokulasi

nematoda tidak dilakukan, karena nematoda hasil ekstraksi-isolasi tidak berhasil diperbanyak. Pada percobaan ini ada dua macam waktu inokulasi, yaitu bersamaan dengan tanam dan 7 hari setelah tanam.

1) Rancangan percobaan dan macam perlakuan

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan 18 macam perlakuan. Masing-masing diulang 3 kali, sehingga total berjumlah 54 polibag.

Macam perlakuan adalah sebagai berikut :

- KP : Varietas Phillippines tidak diinokulasi jamur (kontrol)
- A : Varietas Phillippines diinokulasi *Phytophthora* sp. pada saat tanam.
- B : Varietas Phillippines diinokulasi *Phytophthora* sp. pada umur 7 hari setelah tanam.
- C : Varietas Phillippines diinokulasi *F. oxysporum* pada saat tanam.
- D : Varietas Phillippines diinokulasi *F. oxysporum* pada umur 7 hari setelah tanam.
- E : Varietas Phillippines diinokulasi *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* pada saat tanam.
- F : Varietas Phillippines diinokulasi *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* pada umur 7 hari setelah tanam.
- G : Varietas Phillippines diinokulasi *Phytophthora* sp. pada saat tanam kemudian diinokulasi *F. oxysporum* pada umur 7 hari setelah tanam.
- H : Varietas Phillippines diinokulasi *F. oxysporum* pada saat tanam kemudian diinokulasi *Phytophthora* sp. pada umur 7 hari setelah tanam.
- KB : Varietas Bauci tidak diinokulasi jamur (kontrol)
- K : Varietas Bauci diinokulasi *Phytophthora* sp. pada saat tanam.

- L : Varietas Bauci diinokulasi *Phytophthora* sp. pada umur 7 hari setelah tanam.
- M : Varietas Bauci diinokulasi *F. oxysporum* pada saat tanam.
- N : Varietas Bauci diinokulasi *F. oxysporum* pada umur 7 hari setelah tanam.
- O : Varietas Bauci diinokulasi *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* pada saat tanam.
- P : Varietas Bauci diinokulasi *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* pada umur 7 hari setelah tanam.
- Q : Varietas Bauci diinokulasi *Phytophthora* sp. pada saat tanam kemudian diinokulasi *F. oxysporum* pada umur 7 hari setelah tanam.
- R : Varietas Bauci diinokulasi *F. oxysporum* pada saat tanam kemudian diinokulasi *Phytophthora* sp. pada umur 7 hari setelah tanam

2) Persiapan

a) Media tanam

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang yang telah disterilkan dengan perbandingan 2 : 1. Media tanam dimasukkan dalam polibag ukuran 25 x 35 cm (5 kg), kemudian diberi pupuk dasar NPK (15 – 15 – 15) dengan dosis 1,6 g per polibag (800 kg/ha) pada kedalaman 10 cm. Polibag ditempatkan pada rumah plastik.

b) Benih tanaman bawang merah

Benih tanaman bawang merah berupa umbi dari varietas Phillippines dan Bauci. Varietas Phillippines umbinya berbentuk bulat sedangkan varietas Bauci umbinya berbentuk lonjong. Satu polibag membutuhkan satu umbi dengan berat lebih kurang 3,5 g. Dua hari sebelum tanam kulit umbi yang paling luar dan sisa-sisa akar yang masih ada dihilangkan dan dibersihkan serta bagian ujung umbi dipotong dengan pisau bersih $\frac{1}{4}$ bagian dari panjang umbi.

c) Inokulum

Inokulum untuk inokulasi diperoleh dari hasil perbanyakan dengan medium V-8 juice. Kerapatan spora (sporangium) suspensi jamur *Phytophthora* sp. yang digunakan sebagai inokulum adalah $\pm 1,3 \times 10^2$ spora/ml, sedangkan kerapatan spora (makrokonidium dan mikrokonidium) jamur *F. oxysporum* adalah $\pm 1,8 \times 10^5$ spora/ml. Kerapatan spora kedua jamur tersebut diperoleh dari satu cawan petri isolat jamur umur 9 hari, yang dibuat suspensi inokulum dengan menambahkan 100 ml air steril dan dikocok hingga sporanya lepas.

Setiap polibag dituangi 1 ml suspensi inokulum tersebut yang diencerkan menjadi 10 ml dengan menambahkan 9 ml air steril.

3) Pelaksanaan

Pelaksanaan inokulasi berhubungan dengan waktu penanaman sesuai dengan perlakuan yang ada. Untuk perlakuan dengan waktu inokulasi bersamaan dengan tanam, suspensi inokulum dituang pada tanah dalam polibag sebelum benih bawang merah ditanam. Untuk perlakuan 7 hari setelah tanam suspensi inokulum dituang pada tanah di sekeliling tanaman bawang merah.

Benih bawang merah yang telah dipotong $\frac{1}{4}$ bagian ujungnya ditanam di tengah polibag dengan kedalaman lubang sama dengan tinggi umbi benih, umbi diletakkan pada lubang dengan ujung di atas, dan bekas potongan rata dengan permukaan tanah. Satu polibag berisi satu umbi.

Setelah perlakuan selesai masing-masing polibag diberi label dan ditempatkan pada rumah plastik secara acak.

4) Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan dilakukan dengan menyiram tanaman sekali setiap hari, memberi pupuk tambahan urea 0,2 g/polibag (90 kg/ha) pada saat tanaman berumur 30 hari, apabila ada hama dikendalikan dengan pestisida.

5) Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan parameter-parameter pengamatan sebagai berikut :

a. Masa inkubasi

Masa inkubasi diamati setiap hari mulai saat inokulasi sampai munculnya gejala penyakit moler.

b. Deskripsi gejala

Deskripsi gejala diamati setelah gejala penyakit muncul.

c. Intensitas penyakit

Intensitas penyakit diamati seminggu sekali selama tiga kali mulai saat gejala penyakit muncul.

Intensitas penyakit dihitung menggunakan rumus berdasarkan penelitian tentang Layu Fusarium pada bawang merah (Oktarina, 2000), yaitu :

$$IP = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan :

IP : Intensitas penyakit

a : Jumlah daun sakit

b : Jumlah daun sehat

Untuk melengkapi data sekunder dilakukan pengukuran suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman bawang merah setiap hari pukul 06.00 ; 12.00 ; dan 18.00 WIB menggunakan *thermohygrometer*.

6. Reisolasi jamur

Reisolasi adalah isolasi kembali jamur yang telah diinokulasikan pada tanaman bawang merah sehat. Reisolasi dilakukan dengan cara yang sama dengan isolasi yang telah dilakukan sebelumnya, tetapi bahan yang diisolasi adalah jaringan tanaman bawang merah hasil panen pada perlakuan inokulasi.

Isolat hasil reisolasi dibuat biakan murni, kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis sifat-sifat morfologi koloni dan morfologi jamur.

7. Reidentifikasi jamur

Reidentifikasi adalah identifikasi kembali isolat jamur hasil reisolasi berdasarkan sifat-sifat morfologi koloni dan morfologi jamurnya. Hasil reidentifikasi dicocokkan dengan hasil identifikasi yang telah dilakukan sebelumnya.

IV. PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH

Penyebab penyakit moler pada bawang merah diketahui setelah dilakukan serangkaian langkah-langkah dalam Postulat Koch yang diterapkan dalam Etiologi Penyakit Moler. Hasil selengkapnya dari Postulat Koch dalam Etiologi Penyakit Moler adalah sebagai berikut.

A. Penyakit Moler pada Bawang Merah di Lahan

Gejala penyakit moler yang tampak pada lahan pertanaman bawang merah varietas Phillippines berumur 35 hari di Kecamatan Sukomoro, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur adalah daun tumbuhnya lebih panjang daripada yang sehat, tidak tegak tetapi meliuk, warna hijau pucat namun tidak layu (Gambar 2). Apabila tanaman dicabut umbinya tampak lebih kecil dan lebih sedikit dibanding yang sehat, serta tidak tampak adanya pembusukan pada umbi dan akar (Gambar 3).



Gambar 2. Gejala penyakit moler pada bawang merah varietas Phillippines berumur 35 hari.

Penyakit moler selalu ada di pertanaman bawang merah terutama pada musim hujan, dengan agihan mengelompok. Menurut petani, gejala penyakit moler mulai tampak pada tanaman umur lebih kurang 20 hari. Faktor yang mendukung perkembangan penyakit di lahan adalah hujan terus menerus dan intensitas sinar matahari yang rendah, karena selalu berawan. Agihan penyakit moler di lahan mengelompok. Menurut Kerr (1980) apabila agihan penyakit tanaman di lahan mengelompok, dapat diduga penyakit tersebut disebabkan oleh patogen terbawa tanah.



Gambar 3. Umbo bawang merah varietas Phillippines umur 35 hari
A. Umbo tanaman sehat
B. Umbo tanaman bergejala moler

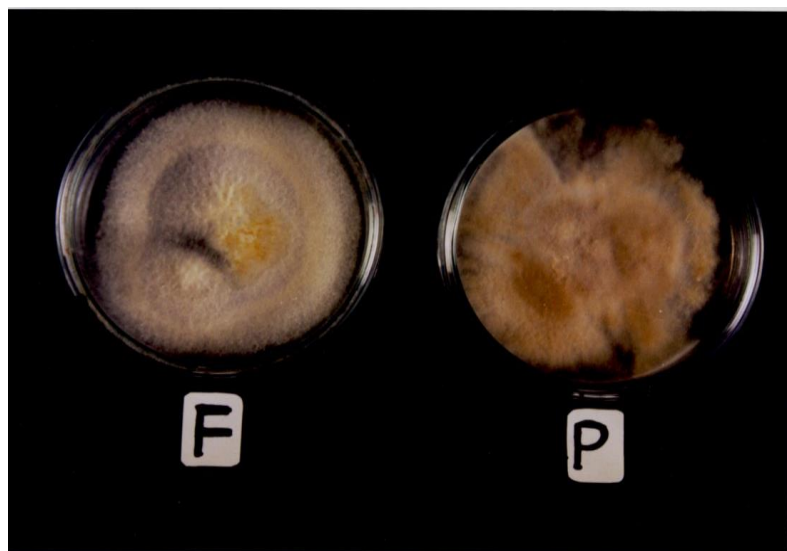
Lahan pertanaman bawang merah di Kecamatan Sukomoro mempunyai jenis tanah Vertisol. Tanah tersebut bertekstur lempung, berwarna hitam, apabila basah becek dan lengket, tetapi apabila kering menjadi pecah-pecah, pH tanah berkisar 6,0 – 6,8. Hal ini sesuai pendapat Darmawijaya (1990) yang menyatakan tanah jenis Vertisol bertekstur lempung, struktur lapisan atas granuler sering seperti bunga kubis, dan lapisan bawah gumpal atau pejal, berwarna hitam, tanah mengerut jika kering dan mengembang jika jenuh air, pH tanah 6,0 – 8,0.

Lahan di tempat pengambilan sampel sepanjang musim ditanami bawang merah, pada pergantian musim petani hanya melakukan pergantian varietas

bawang merah, tanpa rotasi dengan tanaman lain. Umumnya pada musim hujan petani menanam varietas Bauci dan pada musim kemarau menanam varietas Phillippines. Menurut petani, varietas Bauci berumur pendek, hasilnya sedikit, serta tahan hujan dan penyakit moler. Sebaliknya varietas Phillippines umurnya lebih panjang, hasilnya lebih banyak, tetapi tidak tahan hujan dan penyakit moler.

B. Jamur pada Jaringan Tanaman Bergejala Penyakit Moler

Langkah kedua dalam Postulat Koch adalah patogen diisolasi dari jaringan tanaman sakit dan ditumbuhkan pada biakan murni pada medium yang mengandung nutrisi, serta karakternya dideskripsi. Isolasi jaringan tanaman bawang merah bergejala penyakit moler pada medium PDA menghasilkan dua koloni jamur yang berbeda. Koloni pertama mempunyai miselium udara yang tipis, pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih, setelah 1 minggu berwarna kuning sampai oranye, namun setelah berumur 3 minggu berubah menjadi putih kekuningan. Koloni kedua mempunyai miselium udara lebat, pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih namun setelah satu bulan berubah menjadi coklat (Gambar 4).



Gambar 4. Morfologi koloni dua isolat hasil isolasi jaringan bawang merah bergejala penyakit moler pada medium PDA umur 30 hari, F = isolat pertama dan P = isolat kedua

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan isolat pertama hifanya bersekat membentuk konidium bersel satu dan bersel dua serta membentuk banyak klamidospora. Isolat kedua hifanya tidak bersekat membentuk kantong spora (sporangium) berbentuk bulat dan lonjong dalam jumlah sedikit, dan membentuk banyak klamidospora.

Hifa merupakan tubuh vegetatif jamur, hifa ada yang bersekat dan ada yang tidak. Kantong spora (sporangium) adalah tempat menghasilkan banyak spora (sporangiospora), sedangkan konidium adalah sporangium yang hanya menghasilkan satu spora dan dinding spora tersebut berlekatan dengan dinding sporangiumnya. Sporangium dan konidium merupakan struktur aseksual jamur. Klamidospora merupakan struktur untuk mempertahankan diri dari lingkungan yang kurang sesuai, yang dibentuk dari sel yang membesar, dindingnya menebal, dan protoplasnya berubah menjadi cadangan makanan (Alexopoulos *et al.*, 1996).

C. Deskripsi Karakter Jamur Secara Morfologis

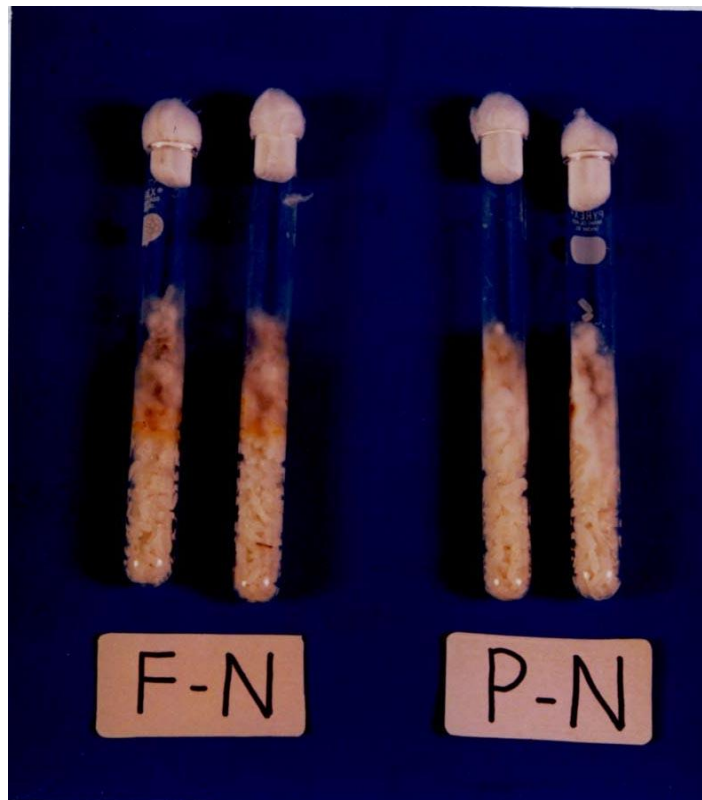
1. Morfologi kedua isolat jamur pada medium nasi miring

Pada medium nasi, isolat pertama tumbuh lebih lambat dibanding isolat kedua. Koloni isolat pertama berwarna putih dengan miselium lebat, isolat ini menyebabkan medium nasi berubah menjadi berwarna kuning kemudian menghitam. Koloni isolat kedua juga berwarna putih dengan miselium lebat, namun isolat ini menyebabkan medium nasi berubah menjadi berwarna coklat kehitaman (Gambar 5).

Pengamatan mikroskopis terhadap kedua isolat yang ditumbuhkan pada medium nasi, menunjukkan bahwa isolat pertama pada medium PDA hanya membentuk konidium bersel satu dan bersel dua, serta klamidospora, pada medium nasi membentuk konidium berbentuk bulan sabit bersel banyak (bersekat) dalam jumlah sedikit. Isolat kedua pada medium nasi membentuk kantong spora yang berbentuk lonjong berpapila dalam jumlah banyak, dan oospora yang berbentuk bulat, serta klamidospora dalam jumlah banyak.

Dari hasil tersebut tampak bahwa medium nasi mampu memacu sporulasi kedua jamur sesuai dengan yang diungkapkan oleh Tuite (1969).

Hal ini disebabkan medium nasi mengandung nutrisi alamiah yang dibutuhkan jamur untuk pertumbuhan dan pembentukan struktur khasnya.



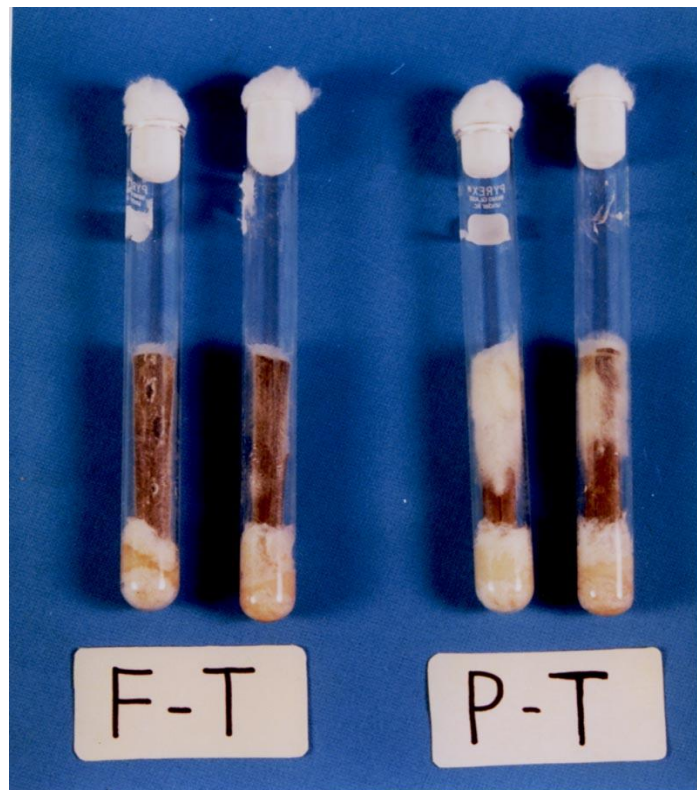
Gambar 5. Isolat pertama (F) dan Isolat kedua (P) pada medium nasi yang diinkubasikan selama 6 hari pada suhu kamar (29°C)

Dengan terbentuknya struktur-struktur khas jamur yang lebih lengkap pada medium nasi, maka dapat digunakan sebagai informasi dasar untuk mengidentifikasi jamur tersebut.

2. Morfologi kedua isolat jamur pada medium batang *Tephrosia candida*

Pada medium batang tanaman *T. candida* pertumbuhan kedua isolat tampak berbeda. Isolat pertama tumbuh pada batang dengan miselium putih yang tipis sehingga dari jauh tidak tampak, sebaliknya isolat kedua tumbuh pada batang dengan miselium yang lebat berwarna putih kecoklatan (Gambar 6).

Pengamatan mikroskopis terhadap kedua isolat *T. candida*, menunjukkan isolat pertama membentuk konidium berbentuk bulan sabit bersel banyak dalam jumlah sangat banyak pada sporodokium, sedangkan konidium bersel satu dan dua serta klamidospora dibentuk dalam jumlah sedikit. Isolat kedua hanya membentuk miselium dan klamidospora, tidak membentuk kantong spora.



Gambar 6. Isolat pertama (F) dan Isolat kedua (P) pada medium batang tanaman *T. candida* yang diinkubasikan 6 hari pada suhu kamar (29°C)

Dari hasil tersebut diketahui medium batang tanaman *T. candida* dapat memacu sporulasi jamur isolat pertama, tetapi tidak dapat memacu sporulasi jamur isolat kedua. Nutrisi alamiah yang terkandung di dalam batang tanaman *T. candida* dapat digunakan untuk pembentukan konidium jamur isolat pertama, tetapi tidak dapat digunakan untuk pembentukan

kantong spora jamur isolat kedua. Oleh karena itu dapat dikatakan medium batang tanaman *T. candida* merupakan medium khusus bagi jamur isolat pertama.

Medium batang *T. candida* termasuk medium natural yang dapat memacu pembentukan organ-organ aseksual, dan untuk jamur *Fusarium* spp. akan dipacu membentuk makrokonidium (Hadisutrisno dan Sudarmadi, 1976).

Jamur isolat pertama diduga menghasilkan enzim tertentu yang dapat mendegradasi lignin dan selulosa yang banyak terkandung di dalam dinding sel kulit dan kayu batang *T. candida* menjadi sumber nutrisi untuk pembentukan konidium. Sebaliknya, jamur isolat kedua diduga tidak mempunyai enzim tersebut, sehingga kebutuhan nutrisi untuk sporulasinya tidak terpenuhi.

Menurut Kendrick (1985), beberapa jamur mempunyai enzim ligninase dan selulase sehingga mampu mendegradasi lignin dan selulosa yang banyak terdapat pada dinding sel kayu tanaman.

3. Morfologi jamur

1) Isolat pertama

Koloni isolat pertama pada medium PDA berwarna putih kekuningan hingga oranye, miseliumnya kurang lebat. Pada medium nasi miselium lebat berwarna putih namun medium menjadi berwarna kuning. Pada medium batang tanaman *T. candida* miselium berwarna putih dan tipis (Gambar 4,5 dan 6).

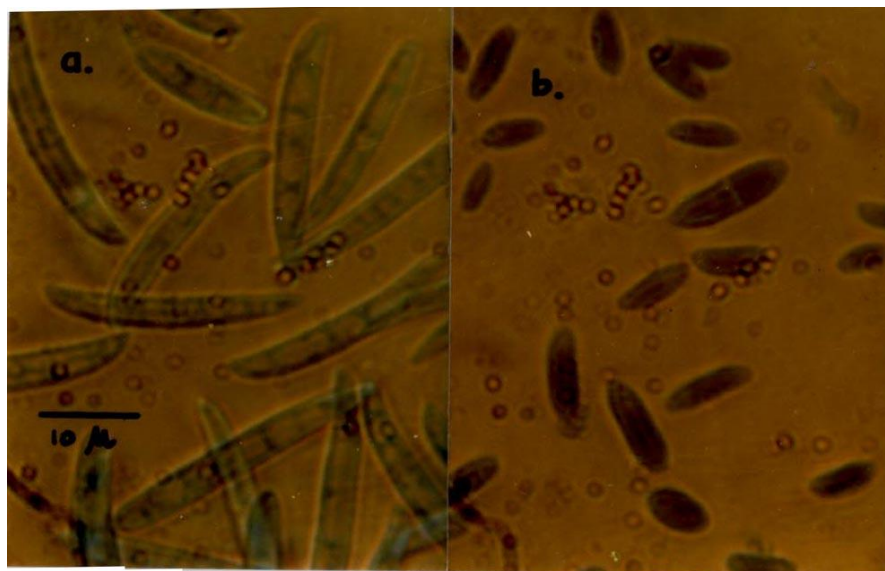
Jamur mempunyai hifa bersekat, konidium berbentuk bulat panjang bersel satu dan dua (mikrokonidium), konidium berbentuk bulan sabit bersel banyak (makrokonidium), serta klamidospora berbentuk bulat agak bergigi yang umumnya berantai tiga dibentuk secara interkalar dan terminal (Gambar 7).



Gambar 7. Morfologi jamur *Fusarium* perbesaran 400x
 a. hifa bersekat b. mikrokonidium
 c. makrokonidium d. klamidospora

Dengan sifat koloni dan morfologi tersebut, maka jamur tersebut termasuk ke dalam marga *Fusarium*. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Booth (1971), Barnet dan Hunter (1972) serta Alexopoulos *et al.* (1996), bahwa jamur marga *Fusarium* pada medium miseliumnya tumbuh pesat seperti kapas, berwarna merah muda, ungu atau kuning; hifanya bersekat; mempunyai konidiofor yang bercabang atau mendukung suatu phialid yang ujungnya menghasilkan makrokonidium berbentuk bulan sabit atau perahu kano bersel banyak; mikrokonidium berbentuk bulat panjang bersel satu atau dua ; serta membentuk klamidospora secara interkalar dan terminal.

Mikrokonidium pada miselium udara, dibentuk dalam jumlah banyak, berbentuk oval, silindris, melengkung ; terdiri atas satu atau dua sel. Makrokonidium berdinding tipis, dibentuk pada miselium udara dan sporodokium; berbentuk bulan sabit, melengkung, atau lurus; dengan sel atas menyempit dan sel kaki seperti tangkai yang ramping ; mempunyai 3-5 septa, panjang 26 – 42 μ , dan lebar 2,8 – 4,5 μ (Gambar 8).



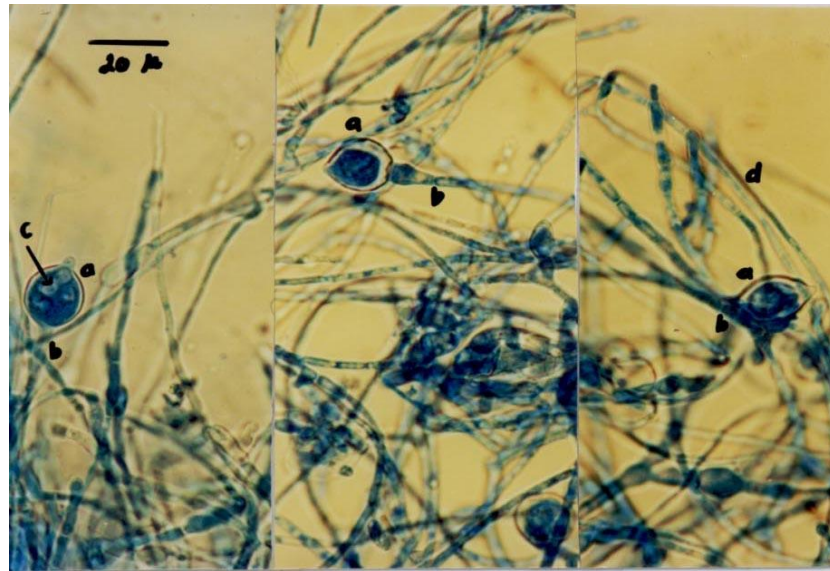
Gambar 8. Morfologi makrokonidium dan mikrokonidium *F. oxysporum* perbesaran 1000 x
a. makrokinidium b. mikrokonidium

Dengan sifat-sifat morfologi tersebut dan dengan diketemukannya klamidospora dalam waktu pendek dan jumlah banyak pada medium padat dalam cawan petri, maka menurut kunci identifikasi jenis dari Joffe (1986) jamur isolat pertama adalah *F. oxysporum*. Joffe (1986) juga menyatakan *F. oxysporum* dapat menginfeksi berbagai tanaman pertanian termasuk bawang-bawangan. Oleh karena *F. oxysporum* hasil isolasi tersebut ditemukan pada bawang merah diduga jamur tersebut adalah *F. oxysporum* f. sp. *cepae*.

2) Isolat kedua

Koloni isolat kedua pada medium PDA miselium udaranya lebat; pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih, setelah satu bulan berwarna coklat. Pada medium nasi miselium tumbuh lebat berwarna putih kemudian berubah menjadi coklat. Pada medium batang tanaman *T. candida* miselium tumbuh lebat berwarna putih kecoklatan (Gambar 4, 5 dan 6).

Jamur mempunyai hifa yang tidak bersekat; membentuk kantong spora atau sporangium yang berpapila, berbentuk bulat telur dengan tangkai sporangium atau sporangiofor yang panjang; sporangium menghasilkan beberapa zoospora (Gambar 9). Jamur juga membentuk struktur reproduksi yang menghasilkan oospora tunggal berbentuk bulat, dan membentuk struktur tahan klamidospora (Gambar 10).



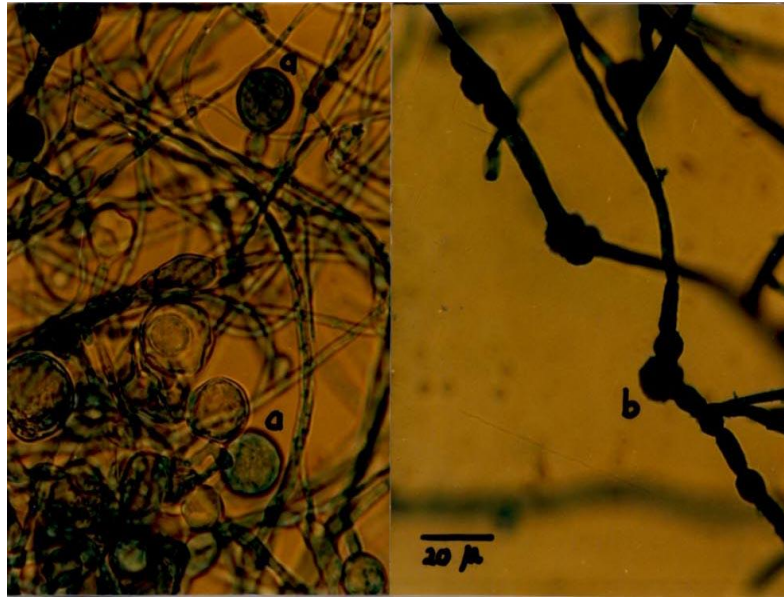
Gambar 9. Beberapa sporangium jamur *Phytophthora* sp. perbesaran 400

x

- | | |
|--------------|------------------------|
| A sporangium | b. sporangiofor |
| c. zoospora | d. hifa tidak bersekat |

Berdasarkan sifat morfologi tersebut maka jamur isolat kedua dapat digolongkan ke dalam marga *Phytophthora*. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Waterhouse (1956), Zentmyer (1983), serta Alexopoulos *et al.* (1996), yang menyatakan bahwa marga *Phytophthora* membentuk sporangium secara terus menerus pada ujung setiap cabang sporangium mirip bentuk pohon dengan variasi bentuk pada spesies yang berbeda, tidak ada vesikel yang berfungsi untuk pembebasan zoospora;

oogonium membentuk oospora tunggal sebagai hasil perkawinan dengan anteridium.



Gambar 10. Oospora dan klamidospora jamur *Phytophthora* sp.
perbesaran 400 x
a. oospora b. klamidospora

4. Asosiasi antara *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dan *Phytophthora* sp.

Adanya dua jamur hasil isolasi jaringan tanaman bawang merah bergejala penyakit moler yaitu *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dan *Phytophthora* sp. menunjukkan adanya asosiasi antara kedua jamur tersebut dalam menyebabkan penyakit moler pada bawang merah.

Hal ini dapat ditinjau dari gejala penyakit moler pada bawang merah seperti yang tampak di lapang (Gambar 2). Gejala penyakit moler tersebut berbeda dengan deskripsi gejala Layu Fusarium menurut Duriat *et al.* (1994) Hadisoeganda *et al.* (1995) dan Oktarina (2000) yaitu tanaman layu dengan cepat, daun menguning dan cenderung melengkung atau terpelintir, tanaman seperti akan roboh atau sangat mudah tercabut, akar dan umbi lapis

membusuk, terlihat adanya koloni jamur keputih-putihan. Padahal Layu Fusarium juga disebabkan oleh *F. oxysporum*.

Dengan demikian dapat diduga adanya jamur *Phytophthora* sp. yang berasosiasi dengan *F.oxysporum* f. sp. *cepae* pada bawang merah menghasilkan kenampakan gejala penyakit yang berbeda yang diketahui sebagai moler, yaitu daun tumbuhnya lebih panjang dari yang sehat, tidak tegak tetapi meliuk, warna hijau pucat namun tidak layu; umbinya kecil dan lebih sedikit dibanding yang sehat; tidak tampak pembusukan pada umbi dan akar.

D. Deskripsi Karakter Nematoda pada Jaringan Tanaman Bergejala Moler dan Tanah di Sekitarnya Secara Morfologis

Ekstraksi-isolasi nematoda dari jaringan tanaman bawang merah bergejala penyakit moler dan tanah di sekitar perakaran menunjukkan adanya beberapa nematoda dengan populasi yang berbeda. Nematoda-nematoda tersebut telah diamati dan dipilih, yang diduga merupakan parasit tanaman dengan populasi terbanyak diidentifikasi.

1. Morfologi takson genus

Hasil pengamatan terhadap morfologi bagian dalam (anatomi) tubuh spesimen nematoda hasil ekstraksi-isolasi yang dicocokkan dengan kunci determinasi “Pictorial Key To Genera of Plant-Parasitic Nematodes” (Mai, 1975), dan “Soil and Freshwater Nematodes” (Goodey, 1963) menunjukkan bahwa spesimen-spesimen tersebut diduga termasuk dalam genus *Dorylaimus* dengan ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Mempunyai stilet (odontostilet) yang pendek, sedikit melebar pada bagian ujungnya.
- b. Esofagus terdiri dari dua bagian yaitu bagian anterior berbentuk ramping dan bagian posterior yang berkelenjar serta berotot.
- c. Tubuh panjang dengan annulasi kutikula halus.

Dorylaimus spp. ditemukan di berbagai tanah pertanian di berbagai belahan bumi. Beberapa spesies ditemukan di sekitar akar tanaman (Southey, 1978).

2. Morfologi takson spesies

Untuk identifikasi spesies, hasil pengamatan dan pengukuran terhadap spesimen nematoda yang telah diketahui sebagai genus *Dorylaimus* dicocokkan dengan deskripsi yang terdapat dalam “Soil and Freshwater Nematodes” (Goodey, 1963), diduga spesimen tersebut adalah spesies *D. simplex*.

Deskripsi spesies : *Dorylaimus simplex*

a. Paratipe 10 betina

$$L = 1540 \mu\text{m} (1210 - 1630)$$

$$a = 24,88 (22,43 - 27,33)$$

$$b = 8,47 (7,76 - 9,4)$$

$$c = 26,98 (23,29 - 29,09)$$

$$c' = 1,6 (1,58 - 1,72)$$

$$V = 51,05\% (49,69 - 52,87\%)$$

Mempunyai stilet

b. Holotipe betina, betina tunggal :

$$L = 1600 \mu\text{m}$$

$$a = 22,86$$

$$b = 9,4$$

$$c = 29,09$$

$$c' = 1,61$$

$$V = 50,60\%$$

Mempunyai stilet

c. Tipe habitat

Tanah sawah tipe Vertisol dengan tanaman bawang merah bergejala moler dari daerah Sukomoro, Nganjuk, Jawa Timur.

d. Diagnosis

Dorylaimus simplex nematoda betina berbentuk silindris memanjang (Gambar 11). Lebar tubuh bagian anterior dan posterior hampir sama, hanya pada bagian anterior tubuhnya terutama daerah bibir mengalami penyempitan dengan lekukan yang tegas atau *set off* (Gambar 13 a). Ekor pendek 52 μm dengan tipe *conical – digitate* (Gambar 11 b).

Esofagus terdiri dari dua bagian yaitu dengan bagian depan berbentuk ramping dan bagian posterior berkelenjar dan berotot tanpa ada bagian yang membengkok (Gambar 12 a). Stilet tipe odontostilet, pendek (20 μm) (Gambar 13 b).

Letak vulva 50,60 % dari panjang tubuh (Gambar 12 b). Ovarium 2 buah (tipe *reflexed*) dengan perkembangan yang hampir sama (Gambar 12 c). Panjang telur 1 – 1 ½ kali lebar tubuh (Gambar 12 d).

e. Tidak dijumpai adanya nematoda jantan.



Gambar 11. Habitus holotipe betina dewasa *Dorylaimus simplex* perbesaran 40 x

a. bibir

b. ekor



Gambar 12. Bagian anterior dan tengah holotipe betina dewasa *Dorylaimus simplex* perbesaran 100 x
 a. esofagus b. vulva
 c. sepasang ovarium d. telur



Gambar 13. Bagian anterior holotipe betina dewasa *Dorylaimus simplex* perbesaran 400 x
 a. bibir (set off) b. stilet

E. Populasi *Dorylaimus simplex*

Populasi *Dorylaimus simplex* hasil ekstraksi – isolasi terhadap jaringan tanaman bawang merah sehat, bergejala moler, serta tanah di sekitar perakarannya ditunjukkan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat diketahui pada jaringan tanaman bawang merah sakit dan tanah di sekitar perakarannya terdapat nematoda yang lebih banyak dibandingkan pada yang sehat. Untuk itu perlu dilakukan upaya untuk mengetahui peran nematoda tersebut dalam menyebabkan penyakit moler pada bawang merah.

Tabel 1. Populasi nematoda *Dorylaimus simplex* dalam 5 g jaringan tanaman bawang merah sehat dan bergejala moler, serta dalam 100 g tanah di sekitar perakaran.

Bahan	Sampel	Populasi Nematoda (ekor)
Daun sehat Daun sakit	1	3,29
	1	27,59
	2	45,83
	3	47,94
	4	33,31
	5	16,67
	6	17,71
Batang sehat Batang sakit	1	9,63
	1	222,69
	2	77,24
	3	101,27
	4	391,07
	5	1078,73
	6	273,33
Akar dan umbi sehat Akar dan umbi sakit	1	0,00
	1	133,00
	2	268,33
	3	33,33
	4	137,06
	5	183,00
	6	183,00
Tanah sehat Tanah sakit	1	46,60
	1	160,00
	2	93,20
	3	73,20
	4	253,20
	5	480,00
	6	126,60

Dorylaimus simplex terdistribusi secara luas dan banyak dikoleksi dari tanah-tanah di Amerika Utara, Afrika, Turki, dan Indonesia (Thorne, 1961). Namun demikian, nematoda *Dorylaimus simplex* bukan merupakan parasit utama pada bawang merah. Menurut Saxena *et al.* (1987) *cit.* Luc *et al.* (1990), nematoda parasit utama pada bawang merah adalah *Ditylenchus dipsaci*.

F. Perbanyakan Jamur dan Nematoda

Pada medium V-8 juice agar untuk perbanyakan, kedua isolat jamur dapat tumbuh dengan baik. Dari satu cawan petri isolat jamur yang dibuat suspensi dengan menambahkan 100 ml steril dapat diperoleh kerapatan spora (makrokonidium dan mikrokonidium) jamur *F. oxysporum* f. sp. *cepae* sebanyak $11,8 \times 10^5$ spora/ml, sedangkan kerapatan spora (sporangium) jamur *Phytophthora* sp. sebanyak $1,3 \times 10^2$ spora/ml. Hasil perbanyakan tersebut akan digunakan sebagai inokulum dalam perlakuan inokulasi terhadap tanaman bawang merah sehat.

Nematoda *Dorylaimus simplex* hasil ekstraksi-isolasi dari tanaman bawang merah bergejala moler tidak berhasil diperbanyak baik pada medium tanah dengan tanaman bawang merah maupun tanah dengan tunas tebu. Oleh karena itu perlakuan inokulasi nematoda *Dorylaimus simplex* pada bawang merah sehat tidak dapat dilakukan.

Ketidakberhasilan perbanyakan nematoda tersebut diduga karena lingkungan perbanyakan kurang sesuai dengan lingkungan hidupnya di alam. Nematoda *Dorylaimus simplex* termasuk nematoda yang hidup bebas di tanah (Southey, 1978). Nematoda jenis ini hidupnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan alam yaitu lingkungan tanah. Tiap jenis nematoda mempunyai batas toleransi tersendiri terhadap berbagai komponen lingkungan seperti tipe tanah, suhu, kelembaban, pH tanah, kandungan bahan organik, dan jasad renik lainnya (Dropkin, 1989). Selain dari itu, nematoda jenis ini mempunyai siklus hidup yang panjang yaitu lebih dari satu tahun (Southey, 1978), sehingga sulit diperbanyak.

G. Inokulasi

Langkah ketiga dalam Postulat Koch adalah Patogen dari biakan murni diinokulasikan pada tanaman sehat dari spesies atau varietas yang sama

ditemukannya penyakit tersebut, dan patogen harus menghasilkan penyakit yang sama pada tanaman yang diinokulasi. Perlakuan inokulasi menggunakan variabel pengamatan masa inkubasi dan intensitas penyakit.

1. Masa inkubasi

Masa inkubasi merupakan interval waktu antara inokulasi dan kenampakan gejala penyakit (Agrios, 1997). Gejala penyakit moler pada bawang merah muncul beberapa hari setelah inokulasi. Pada tanaman yang tidak diinokulasi (kontrol) tidak tampak adanya gejala penyakit. Hal ini menunjukkan bahwa jamur yang diinokulasi dapat menyebabkan penyakit moler. Data masa inkubasi hasil perlakuan inokulasi tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Masa inkubasi (hari) penyakit moler pada bawang merah varietas Phillippines dan Bauci yang diinokulasi dengan jamur *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*

Varietas tanaman	Perlakuan	Masa inkubasi (hari)
Phillippines	KP (Kontrol)	-
	A (P(0))	21
	B (P(7))	26
	C (F(0))	28
	D (F(7))	22
	E (PF(0))	22
	F (PF(7))	22
	G (P(0) F (7))	26
	H (F (0) P (7))	21
Bauci	KB (Kontrol)	-
	K (P(0))	21
	L (P(7))	14
	M (F(0))	21
	N (F(7))	14
	O (PF(0))	21
	P (PF(7))	14
	Q (P(0)F(7))	22
	R (F(0) P(7))	21

Keterangan :

P = diinokulasi dengan *Phytophthora* sp.

F = diinokulasi dengan *F.oxysporum* f. sp. *cepae*

PF = diinokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*

(0) = diinokulasi bersamaan dengan tanam

(7) = diinokulasi 7 hari setelah tanam

- = tidak muncul gejala penyakit moler

Dari Tabel 2 tampak bahwa secara umum masa inkubasi penyakit moler lebih cepat pada bawang merah varietas Baudi dibanding varietas Phillippines. Masa inkubasi tercepat terjadi 14 hari setelah inokulasi pada varietas Baudi yang diinokulasi dengan *Phytophthora* sp., *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dan, dua-duanya, dengan waktu inokulasi 7 hari setelah tanam (umur tanaman 21 hari). Masa inkubasi terlama terjadi 28 hari setelah inokulasi pada varietas Phillippines yang diinokulasi *F. oxysporum* f. sp. *cepae* bersamaan dengan tanam (umur tanaman 28 hari).

Dari hasil di atas dapat diketahui bahwa gejala penyakit moler muncul lebih lama pada varietas Phillippines dibanding pada varietas Baudi, sehingga dapat dikatakan varietas Phillippines lebih tahan terhadap infeksi penyakit moler dibanding varietas Baudi. Varietas Phillippines mempunyai umbi yang berbentuk bulat dan warnanya lebih merah dibanding umbi varietas Baudi. Menurut Semangun (1996) zat warna merah pada umbi bawang merah mengandung senyawa asam protokatekuat dan katekol yang bersifat toksik bagi jamur. Dengan demikian dapat diduga bahwa warna merah yang lebih banyak, pada umbi bawang merah varietas Phillippines berarti mengandung senyawa asam protokatekuat dan katekol yang lebih banyak, menyebabkan varietas Phillippines lebih tahan terhadap serangan jamur dibanding varietas Baudi.

Dari Tabel 2 dapat diketahui pula bahwa, macam inokulum jamur tidak memberikan pengaruh yang berbeda pada masa inkubasi, berarti kedua jamur mempunyai kecepatan sama untuk menimbulkan gejala. Pada varietas Baudi, pengaruh yang berbeda terjadi pada waktu inokulasi, waktu inokulasi 7 hari setelah tanam menyebabkan masa inkubasi yang lebih cepat dibanding inokulasi bersamaan dengan tanam.

Inokulasi pada 7 hari setelah tanam berarti pada saat inokulum dimasukkan ke dalam tanah telah terdapat akar yang mengeluarkan eksudatnya yang berarti pula telah tersedia nutrisi bagi perkecambahan dan pertumbuhan spora jamur. Kondisi ini akan mempercepat jamur menginfeksi tanaman dan menimbulkan gejala penyakit. Menurut Misaghi (1982), meskipun sebagian besar patogen kontak dengan tanaman secara pasif

melalui agens seperti angin atau air, tetapi pada patogen tertentu respons kemotaksis dan elektrotaksis juga menentukan. Kemotaksis dipengaruhi oleh tipe dan kuantitas bahan kimia yang terkandung di dalam eksudat akar tanaman. Intensitas arus listrik yang mengelilingi akar tanaman pada kisaran 0,3 – 0,6 μ A cukup untuk memacu elektrotaksis untuk zoospora beberapa spesies *Phytophthora*.

2. Deskripsi gejala

Gejala penyakit moler yang muncul pada perlakuan inokulasi adalah sebagai berikut tanaman tidak layu, umumnya daun tanaman meliuk atau terpelintir, terutama ujung daun, bahkan pada beberapa tanaman menyebabkan habitus tanaman tampak keriting, warna daun pucat, beberapa tanaman terhambat pertumbuhannya atau lebih pendek dari lainnya. Pada saat panen diketahui umbinya kecil-kecil. Kenampakan gejala seperti tersebut mirip dengan gejala penyakit yang tampak di lahan. Kenampakan gejala penyakit moler pada bawang merah dari seluruh perlakuan inokulasi dapat dilihat pada Gambar 14.

Pada Gambar 14 tampak tanaman yang tidak diinokulasi dari varietas Phillippines (KP) dan Bauci (KB) daunnya tumbuh lebih tegak dan lurus dan kondisi seperti tersebut berlangsung hingga menjelang panen ketika daun tanaman layu dan menguning secara fisiologis. Pada tanaman-tanaman yang diinokulasi daunnya meliuk atau terpelintir. Bahkan pada beberapa tanaman habitusnya tampak keriting. Tanaman-tanaman tersebut adalah tanaman yang dinokulasi dengan kedua jamur *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepa* baik secara bersama-sama maupun bergantian waktu inokulasinya. Hal ini menunjukkan bahwa ada asosiasi antara kedua jamur yang menimbulkan gejala yang lebih spesifik bila dibanding gejala yang ditimbulkan oleh masing-masing jamur.



Gambar 14. Gejala penyakit moler pada bawang merah varietas Phillippines (atas) dan varietas Bauci (bawah) umur 30 hari setelah inokulasi

3. Intensitas penyakit moler

Intensitas penyakit moler pada dua varietas bawang merah yang diinokulasi dengan jamur *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dengan waktu inokulasi yang berbeda tertera pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata di antara perlakuan inokulasi, yang berarti bahwa perlakuan inokulasi menyebabkan nilai intensitas penyakit yang berbeda nyata. Nilai intensitas penyakit terendah 0% diperoleh pada tanaman yang tidak diinokulasi (kontrol), sedangkan nilai tertinggi 81,60% dan 77,82% berturut-turut pada tanaman varietas Bauci yang diinokulasi *F. oxysporum* f. sp. *cepae* bersamaan dengan tanam, serta diinokulasi *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepae* bersamaan dengan tanam. Data tersebut menunjukkan bahwa varietas Phillippines lebih tahan dibanding varietas Bauci.

Tabel 3. Rerata intensitas penyakit (%) moler pada bawang merah varietas Phillippines dan Bauci yang diinokulasi dengan jamur *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepa*e dengan waktu inokulasi yang berbeda.

Varietas tanaman	Perlakuan	Rerata Intensitas Penyakit (%) ^{*)}
Phillippines	KP (Kontrol)	0,00 a
	A (P(0))	60,10 c
	B (P(7))	57,01 c
	C (F(0))	45,33 bc
	D (F(7))	39,29 b
	E (PF(0))	55,38 c
	F (PF(7))	44,99 bc
	G (P(0) F (7))	44,38 bc
	H (F (0) P (7))	57,45 c
Bauci	KB (Kontrol)	0,00 a
	K (P(0))	54,80 c
	L (P(7))	53,39 c
	M (F(0))	81,60 d
	N (F(7))	71,24 c
	O (PF(0))	77,82 d
	P (PF(7))	72,36 cd
	Q (P(0)F(7))	74,09 cd
	R (F(0) P(7))	63,57 c

Keterangan :

P = diinokulasi dengan *Phytophthora* sp.

F = diinokulasi dengan *F.oxysporum* f. sp. *cepa*e

(0) = diinokulasi bersamaan dengan tanam

(7) = tanaman diinokulasi umur 7 hari setelah tanam

*) = data ditransformasi dengan arcsin \sqrt{x}

Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan.

Hasil tersebut berbeda dengan data hasil wawancara dengan petani yang menyatakan varietas Phillippines tidak tahan hujan dan penyakit moler sehingga hanya ditanam pada musim kemarau. Hal ini diduga karena sifat varietas Phillippines yang tidak tahan hujan tersebut menyebabkan, apabila ditanam pada musim hujan kondisi fisik tanaman akan melemah sehingga akan menurunkan ketahanannya terhadap penyakit moler. Padahal, perkembangan penyakit moler sangat didukung oleh faktor hujan. Sementara itu, pada perlakuan inokulasi tanaman tidak terkena hujan, sehingga kondisi fisiknya tidak dilemahkan oleh faktor hujan.

Agrios (1997) menyatakan, penyakit tanaman akan berkembang apabila tanaman berada pada kondisi rentan, patogen virulen, dan kondisi lingkungan tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman tetapi sesuai untuk perkembangan patogen.

H. Reisolasi dan Reidentifikasi Jamur

Isolasi tanaman bawang merah dari seluruh perlakuan inokulasi hanya menghasilkan satu isolat, yang setelah diamati dan diidentifikasi isolat tersebut mempunyai sifat-sifat yang sama dengan jamur *F. oxysporum* f. sp. *cepae*. Hasil ini semakin mendukung data bahwa *F. oxysporum* f. sp. *cepae* adalah penyebab penyakit moler.

Isolasi terhadap tanaman yang diinokulasi *Phytophthora* sp. tidak menghasilkan isolat *Phytophthora* sp. Hal ini diduga disebabkan karena tanaman yang diisolasi kondisi penyakitnya sudah sangat lanjut sehingga *Phytophthora* sudah mati.

Menurut Tsao (1983), isolasi *Phytophthora* dari jaringan terinfeksi yang tua, busuk dengan kondisi jelek atau kering, pada tahap lanjut dari penyakit; atau dari tanah yang terinfeksi secara alami khususnya yang mengandung populasi yang rendah sangat sulit dilakukan bahkan tidak mungkin dilakukan kecuali digunakan teknik khusus. Kesulitan tersebut disebabkan karena antagonisme dan interfensi mikroflora sekunder yang tumbuh dengan cepat, serta lambatnya perkecambahan propagul *Phytophthora* pada tanah atau jaringan yang busuk. Hal tersebut berbeda dengan *Fusarium* yang masih mampu tumbuh pada jaringan yang sudah busuk.

Hasil tersebut menyebabkan status *F. oxysporum* f. sp. *cepae* sebagai penyebab penyakit moler dapat ditetapkan, namun status *Phytophthora* sp. sebagai penyebab penyakit moler masih perlu dipelajari, sehingga masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

I. Tinjauan Peran Nematoda

Nematoda *D. simplex* yang diperoleh dari ekstraksi-isolasi jaringan tanaman bawang merah bergejala moler dan tanah di sekitarnya tidak berhasil

diperbanyak sehingga tidak dapat digunakan dalam perlakuan inokulasi. Oleh karena itu belum dapat diketahui apakah nematoda tersebut turut berperan dalam menyebabkan penyakit moler, misalnya dalam hal menyediakan jalan masuk bagi jamur. Seperti diketahui *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dikenal sebagai jamur luka, dapat menginfeksi lebih mudah apabila ada luka.

Namun dari hasil inokulasi diketahui bahwa tanpa nematoda *Dorylaimus simplex*, jamur baik *F. oxysporum* f. sp. *cepae* maupun *Phytophthora* sp. dapat menginfeksi tanaman bawang merah dan menyebabkan penyakit moler. Hal ini menunjukkan bahwa *Dorylaimus simplex* bukan penyebab penyakit moler.

J. Verifikasi Penyebab Penyakit Moler

Penjelasan hasil pelaksanaan Postulat Koch di atas menunjukkan bahwa isolasi jamur dari jaringan tanaman bawang merah bergejala moler diperoleh dua spesies yaitu *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. Kedua jamur dapat menyebabkan munculnya gejala penyakit moler pada perlakuan inokulasi. Reisolasi dari jaringan bergejala hanya mendapatkan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, sehingga status *Phytophthora* sp. sebagai penyebab penyakit moler perlu dipelajari lebih lanjut.

Bawang merah varietas Phillippines dan Bauci mempunyai tanggapan yang berbeda terhadap penyakit moler. Masa inkubasi pada varietas Phillippines lebih lambat dibanding pada varietas Bauci. Intensitas penyakit pada varietas Phillippines lebih rendah dibanding pada varietas Bauci. Nematoda *Dorylaimus simplex* ditemukan pada tanaman bawang merah bergejala moler, namun belum dapat diketahui peran nematoda tersebut dalam menyebabkan penyakit moler.

Diperlukan penelitian penelitian untuk lebih mempelajari asosiasi antara *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dalam menyebabkan penyakit moler, serta peran nematoda dalam menyebabkan penyakit moler. Penanaman bawang merah pada tanah yang berat perlu menempatkan penyakit moler sebagai faktor resiko. Penggunaan varietas Phillippines dan Bauci perlu melihat kondisi lahan dan iklim.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Isolasi jamur dari jaringan tanaman bawang merah bergejala moler diperoleh dua spesies yaitu *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. Kedua jamur dapat menyebabkan munculnya gejala penyakit moler pada perlakuan inokulasi.
2. Reisolasi dari jaringan bergejala hanya mendapatkan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, sehingga status *Phytophthora* sp. sebagai penyebab penyakit moler perlu dipelajari lebih lanjut.
3. Bawang merah varietas Phillippines dan Bauci mempunyai tanggapan yang berbeda terhadap penyakit moler. Masa inkubasi pada varietas Phillippines lebih lambat dibanding pada varietas Bauci. Intensitas penyakit pada varietas Phillippines lebih rendah dibanding pada varietas Bauci.
4. Nematoda *Dorylaimus simplex* ditemukan pada tanaman bawang merah bergejala moler, namun belum dapat diketahui peran nematoda tersebut dalam menyebabkan penyakit moler.

B. Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mempelajari asosiasi antara *Phytophthora* sp. dan *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dalam menyebabkan penyakit moler, serta peran nematoda dalam menyebabkan penyakit moler.
2. Penanaman bawang merah pada tanah yang berat perlu menempatkan penyakit moler sebagai faktor resiko.
3. Penggunaan varietas Phillippines dan Bauci perlu melihat kondisi lahan dan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N., 1997. *Plant Pathology*. Academic Press. San Diego. 635 hal.
- Alexopoulos, C.J., C.W., Mims, dan M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 868, hal.
- Booth, C., 1971. *The Genus Fusarium*. The Eastern Press Limited. London. 237 hal.
- Darmawijaya, M.I., 1990. *Klasifikasi Tanah. Dasar Teori Bagi Peneliti dan Pelaksana Pertanian di Indonesia*. Balai Penelitian Teh dan Kina. Gambung, 259 hal.
- Dropkin, V.N., 1989. *Introduction to Plant Nematology*. John Wiley and Sons Inc. New York. 366 hal.
- Duriat, A.S., T.A., Soetrisno, L. Prabaningrum, dan R. Sutarya, 1994. *Penerapan Pengendalian Hama Penyakit Terpadu Pada Budidaya Bawang Merah*, Balai Penelitian Hortikultura. Lembang . 20 hal.
- Goodey, J.B., 1963. *Soil and Freshwater Nematodes*. Butler and Tanner Ltd., London. 538 hal.
- Hadisoeganda, W.W., Suryaningsih, dan E. Moekasan, 1995. Penyakit dan Hama Bawang Merah dalam Anonim. *Teknologi Produksi Bawang Merah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Jakarta. Hal. 57-73.
- Hadisutrisno, B. dan Sudarmadi, 1976. *Epidemiologi dan Losses Penyakit Busuk Batang Panili (Vanilla planifolia Andrews)*, Lembaga Penelitian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Havey, M.J., 1995. Fusarium Basal Plate Rot dalam Howard F.S. dan S. Krishna M. *Compendium of Onion and Garlic Diseases*. The American Phytopathological Society Press, Minnesota, hal. 10.
- Joffe, A.Z., 1986, *Fusarium Species : Their Biology and Toxicology*. John Wiley & Sons. New York. 587. Hal.
- Kartasapoetra, G., 1992. *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Rinneka Cipta. Jakarta. 198 hal.
- Kendrick, B., 1985. *The Fifth Kingdom*. Micologue Publication, Waterloo, Ontario, Canada. 363 hal.
- Kerr, A., 1980. Dispersal and Survival of Pathogens as Soil-borne Inoculum dalam J.F. Brown. *Plant Protection*, Hedges and Bell Pty. Ltd. Melbourne. Hal 212-218.

- Kuruppu, P.U., 1999. First Report of *Fusarium oxysporum* Causing a Leaf Twisting Disease on *Allium cepa* var. *ascalonicum* in Sri Lanka. (On-line). <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.1999.83.7.695C> diakses 2 Mei 2007
- Luc, M., J. Brigde, dan R.A Sikora, 1990. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB, Institute of Parasitology. 629 hal .
- Mai, W.F., 1975. *Pictorial–Key to Genera of Plant-Parasitic Nematodes*. 4th eds., Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press, Ithaca & London, 215 hal.
- Martono, E., 1997. *Perlakuan Komoditas : Usaha Perlindungan Produk Hortikultura. Seminar Pengembangan Hortikultura*. Panitia Dies Natalis ke –51 Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. v
- Mishagi , I.J., 1982. *Physiology and Biochemistry of Plant – Pathogen Interactions*. Plenum Press, New York dan London. 287 hal.
- Mulyadi, 1994, *Taksonomi Nematoda Parasitik Tanaman*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 22 hal (tidak dipublikasikan).
- Oktarina, 2000, *Pengendalian Hayati Layu Fusarium Pada Bawang merah dengan Jamur Chaetomium sp.* Tesis. Program Studi Fitopatologi, Ilmu Pertanian, Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 63 hal (tidak dipublikasikan).
- Pitcher, R.S., 1982. Interactions of Nematodes with other Pathogens. *dalam* J.F. Southey. *Plant Nematology*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. GDI. H.M. Stationary Office. London. Hal. 63 – 77.
- Powel, N.T., 1963. Symposium on Interrelationship Between Nematodes and Other Agents Causing Plant Disease. The Role of Plant Parsitic Nematodes in Fungus Diseases. *Phytophatology*, 53 : 28 – 35.
- Riedel, R.M., 1988. Interactions of Plant – Parasitic Nematodes with Soil Borne Pahogens. *Agriculture Ecosystems and Environtment*, 24 : 281 – 292.

- Semangun, H., 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 754 hal. v
- Singh, R.S. dan K. Sitaramaiah, 1983. *Plant Pathogens, The Plant Parasitic Nematodes*. Science Publisher Income. U.S.A. 275 hal.
- Soedomo, R.P., 1989. Seleksi Galur Harapan Hasil Persilangan Bawang Merah dengan Bawang Bombay. *Buletin Penelitian Hortikultura* XVIII (4) ; 64 – 70.
- Southey, J.F., 1970. *Laboratory Methods For Work with Plant and Soil Nematodes*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Tech Bull 2. Her Majesty's. Stationary Office, London, 198 hal.
- _____, 1978. Some Free Living Nematodes Found in Plant Material and Soil Samples. *dalam* J.F. Southey. *Plant Nematology*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. GDI.H.M. Stationary Office. London. Hal. 255 – 266.
- Tsao, P.H., 1983. Factor Effecting Isolation and Quantitation of *Phytophthora* *dalam* D.C. Erwin, Bartnicki-Garcia dan P.H. Tsao. *Phytophthora : Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. The American Phytopathological Society. Minnesota hal. 219-236.
- Tuite, J., 1969. *Plant Pathological Methods : Fungi and Bacteria*. Burgess Publishing Company. Minnesota. 239 hal.
- Waterhouse, G.M., 1956, *The Genus Phytophthora : Diagnoses (or Descriptions) and Figures From Original Papers*. The Commonwealth Mycological Institute. Kew Surrey. 120 hal.
- Webster, J.M. 1985. Interaction of *Meloidogyne* with Fungi on Crop Plant *dalam* J.N. Sasser dan CC. Carter. *Advanced Treatise on Meloidogyne*. Vol. 1. Nort Carolina State University Graphics, Releigh. Nort Carolina, hal. 183-192.
- Weste, G., 1983. Population Dynamics and Survival of *Phytophthora* sp. *dalam* D.C. Erwin, Bartnicki – Garcia, dan P.H. Tsao. *Phytophthora : Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. The American Phytopathological Society. Minnesota. Hal. 237 – 257.
- Zentmyer, G.A., 1983. The World of *Phytophthora* , *dalam* D.C. Erwin, Bartnicki-Garcia, dan P.H. Tsao. *Phytophthora : Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. The American Phytopathological Society. Minnesota. Hal. 1-7.